

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В УПАКОВКЕ ПРОДОВОДОВ

М.А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент, Е.С. Пашкова, ассистент, И.Е. Дацук, ст. преподаватель, Л.А. Расолько, канд. биол. наук, доцент, П.В. Рублик, Д.О. Рачек, М.С. Борисова, студенты (БГАТУ)

Аннотация

Показаны направления использования нанотехнологий в упаковке, предназначенной для пищевых продуктов. Раскрываются преимущества нанопакетов в аспектах снижения микробной контаминации, уменьшения воздействия УФ-излучения на продукт, обеспечения безопасности и качества продуктов.

The use directions of nanotechnology in the packing intended for foodstuff are shown in the article. The advantages of nanopackaging in aspects of decrease microbic contamination, the reduction of UV-radiations influence on a product, the safety and qualities of products are revealed.

Введение

Известно, что рост народонаселения земного шара значительно опережает темпы производства продуктов питания. Для обеспечения населения продуктами питания используются три направления: поиск новых продуктов путем развития и модификации объектов растительного и животного мира; создание пищевых продуктов синтетическим путем и уменьшение потерь продуктов на стадии их переработки, хранения и реализации. Отмечая заметные успехи в решении задач первых двух направлений, сосредоточим свое внимание на вопросах снижения потерь и сохранения качества пищевых продуктов за счет упаковки. Во многих развивающихся странах эти потери достигают 25 % и более, тогда как в развитых странах они составляют всего 2-3 %. Причина такого положения понятна – там, где отсутствуют современные технологии хранения и надежная упаковка, потери пищевых продуктов недопустимо велики. Современная техника и технологии упаковывания пищевых продуктов в развитых странах позволяют свести к минимуму потери и сохранить качество, заложенное в продукт в процессе его производства. Более того, упаковка может побуждать потребителя к повторной покупке продукта, вовлечению в акции, общению с производителем посредством Интернета, писем. Здесь широкое поле деятельности для маркетологов, чтобы определить, что именно следует разместить на упаковке, чтобы коммуникация состоялась.

Основная часть

Товар в реальном исполнении имеет пять характеристик: уровень качества и безопасности; набор потребительских свойств; характерное оформление; марочное название и специфическая упаковка. Упаковка товара – одно из действенных средств маркетинга, и его продвижению способ-

ствуют следующие факторы: рост достатка потребителей, образ фирмы (бренд), новая красочная упаковка, обеспечивающая сохранность потребительских свойств товара. Упаковка – несомненный символ сегодняшнего рынка. С позиций силы воздействия на покупателей она вне конкуренции среди прочих средств продвижения товара. Упаковка позволяет продавать товар значительно дороже, ничего в нем не изменяя. На сегодняшний день ситуация на рынке такова, что основным фактором успеха предприятия становится не столько наращивание объемов производства, сколько эффективность технологий продвижения товара. И когда рынок перенасыщен, важной составляющей успеха продаж становится грамотный выбор упаковки. Упаковка – это «немой» диалог между покупателем и производителем, запоминающийся бренд.

Цель любого перерабатывающего предприятия – производить качественные и безопасные для потребителя продукты, а также обеспечить максимальное сохранение их потребительских свойств. При этом на продукт воздействуют различные факторы, влияющие на их потребительские свойства (рис. 1). Контаминация упаков-

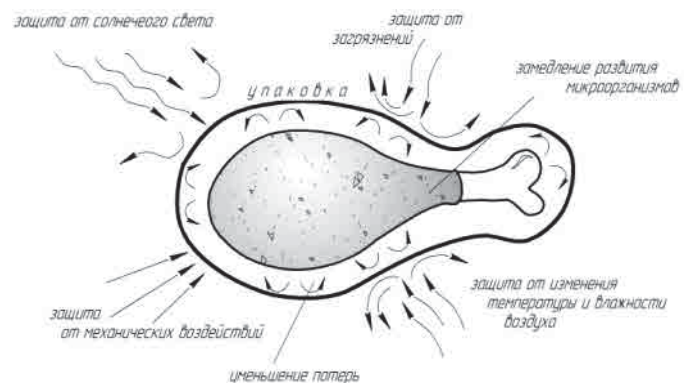


Рисунок 1. Основные факторы, влияющие на изменение потребительских свойств продуктов

ванных пищевых продуктов, направленных в реализацию торговой сети, может быть микробиологической, химической, физической. Микробиологическая порча связана с микроорганизмами, когда необходимо знать, какие условия будут способствовать их размножению или же замедлению роста. Химическая порча продукта связана с реакцией Майяра из-за неферментативного потемнения продукта по причине химических превращений аминокислот, пептидов, белков, редуцирующих сахаров в присутствии кислорода. Барьерные свойства упаковки способствуют снижению содержания кислорода и тем самым устранению окислительной порчи упакованного продукта.

Физическая контаминация связана с подсыханием поверхности продукта. Поэтому упаковочные материалы должны обладать барьерными свойствами по отношению к водяному пару, что позволяет свести к минимуму изменение содержания влаги внутри упаковки.

Для приостановления роста микроорганизмов и порчи продуктов, увеличения срока их годности применяют упаковывание в модифицированной газовой среде (МГС), регулируемой газовой среде (РГС). РГС и МГС упаковки позволяют контролировать рост численности микроорганизмов, реакции окисления, но не оказывают прямого влияния на автолиз клеток.

Широко применяется вакуумная упаковка для предотвращения контакта упакованного продукта с кислородом воздуха. Использование вакуума в сочетании с термоусаживающейся пленкой позволяет надежно упаковать продукт в так называемую «скин-упаковку». Однако следует помнить, что в вакуумной упаковке продукт нестерилен, поэтому сроки его хранения ограничены. Используется также и активная упаковка, когда включаются определенные вспомогательные вещества в состав упаковочной пленки или же вкладывают пакетики со специальными добавками внутрь упаковки для увеличения срока годности упаковываемого продукта. Для сохранения свежести в активной упаковке используют специальные добавки (усилители свежести). Это поглотители кислорода – на основе железа, цинка, алюминия, аскорбаты или соли металлов, сульфиты и бисульфиты, активированный уголь и др.

К активной упаковке можно отнести съедобные (например, пленки на основе целлюлозы и крахмала), бактерицидные упаковки, упаковки с ферментами на полимерном носителе и др.

Пользуется интересом упаковка из саморазлагающихся материалов, которые под воздействием различных факторов окружающей среды превращаются в низкомолекулярные соединения.

Интеллектуальная упаковка способна «ощущать» и «информировать». Специальные приспособления этой упаковки реагируют на происходящие в упакованном продукте изменения и информируют о его состоянии и свойствах, а также о степени безопасности продукта [1-4].

В настоящее время действует Технический регламент (ТР) Таможенного союза «О безопасности упаковки» (принят решением КТС 12.08.2011 г. № 769) и Технический регламент «Пищевая продук-

ция в части ее маркировки» (принят решением КТС 09.12.2011 г. № 881). В статье 2 ТР «О безопасности упаковки» регламентированы понятия потребительская и транспортная упаковка. **Потребительская** упаковка предназначена для продажи или первичной упаковки продукции, реализуемой конечному потребителю. **Транспортная** упаковка предназначена для хранения и транспортировки продукции с целью защиты ее от повреждений при перемещении.

Наиболее перспективными новыми технологиями в упаковке пищевых продуктов сегодня считаются **нанотехнологии**, способствующие созданию упаковочного материала, сохраняющего совокупное качество и безопасность в течение времени, определенно-го нормативными документами.

По мнению специалистов, применение нанотехнологий в упаковочной отрасли перспективно для решения таких задач, как получение упаковки с высоким уровнем барьерных и механических свойств, создание «умной» упаковки с высокими защитными свойствами и биологически активным действием. Наноматериалы можно использовать для формирования специальных сверхтонких защитных слоев на металлических, полимерных и других подложках (антиадгезионные, упрочняющие и бактерицидные покрытия), построения самоорганизующихся защитных материалов из компонентов в наноформе.

Уделим внимание функциям и назначению «умной» упаковки, изготовленной с применением наноматериалов. Smart-упаковка (умная, или интеллектуальная упаковка) помимо традиционных свойств обладает дополнительными специальными функциями, благодаря которым она может вступать в некий диалог с потребителем. Возможности «умной» упаковки постоянно расширяются за счет внедрения новейших технических разработок и использования новых наноматериалов. «Умная» упаковка не только защищает и демонстрирует содержимое. В ней заложено гораздо больше возможностей, чем просто быть носителем печатной информации и штрихкода. Находясь еще на начальной стадии развития, smart-упаковка уже помогает избежать отравлений, предотвращает заболевания, снижает уровень затрат, дает новую жизнь брендам. И со стороны производителей упаковки было бы неразумно игнорировать возможности «умной» упаковки, так как она является основным средством избежать обезличивания товаров и стирания индивидуальности брендов.

«Умная» упаковка способна, например, самостоятельно указать дату выпуска продукции, идентифицировать свое место в цепи поставок, подтвердить подлинность продукции, изменить микроусловия хранения и даже изменить вкусовые качества самой упакованной продукции.

Первоначально создание «умной» упаковки было направлено на защиту продукции от фальсификации и мошенничества. Эта проблема актуальна и по сей день. И здесь на помощь производителям приходят такие новейшие технологические разработки, как RFID-метки (англ. Radio Frequency Identification –

радиочастотная идентификация). Это метод автоматической идентификации объектов, при применении которого посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах – приемно-подающих устройствах, посылающих сигнал в ответ на принятый, или RFID – метках. Так можно предупреждать хищения из торговых залов, библиотек и т.д. RFID – этикетки служат основой новейших систем логистики товаров или учета в складских хозяйствах.

В настоящее время понятие «умной» (интеллектуальной) упаковки вышло далеко за рамки простой защиты продукции от подделок и мошенничества. Термин «интеллект» стал всеобъемлющим. Интеллект (smartness) в упаковке – теперь широкое понятие, охватывающее огромный набор функциональных возможностей в зависимости от типа упаковываемого изделия, в том числе продуктов питания, напитков.

Некоторые smart-упаковки уже коммерчески существуют, а многие другие активные и интеллектуальные концепции упаковки находятся в стадии разработки. Рассмотрим особенности некоторых «интеллектуальных» упаковок, которые уже активно внедряются на мировом рынке. Компания COX Technologies разработала метку – цветной индикатор, контролирующей степень свежести морепродуктов. Индикатор выполнен в виде самоклеющейся этикетки, прикрепляемой с внешней стороны упаковочного материала. Небольшой зубец, расположенный на оборотной стороне метки, проникает через упаковочный материал и позволяет проходить наружу летучим аминам, образующимся при порче морепродуктов. Эти амины пропускаются через фитиль химического датчика, который постепенно окрашивает метку свежести (Fresh Tag) в ярко розовый цвет, когда морепродукты портятся. Упаковка с подобной меткой – индикатором может применяться для контроля свежести не только морепродуктов, но и других скоропортящихся товаров, например, мяса и мясопродуктов [5-7].

Представленные примеры демонстрируют большую сигнализирующую роль упаковки, предупреждающей потребителя о небезопасности содержащейся в ней продукции, тем самым помогая избежать отравления и даже летальных случаев.

В упаковочных материалах для пищевых продуктов используют наномаркеры. Общей целью использования наномаркеров в упаковке пищевых продуктов является информирование потребителя о соответствии продукта требуемым параметрам безопасности. Это осуществляется визуально (например, изменением цвета определенных меток, нанесенных на упаковку) и не требует для оценки какого-либо оборудования, т.е. такое соответствие может легко проводить конечный потребитель или продавец розничной сети.

Используя наноматериалы, можно создать покрытие с «тревожной системой», предупреждающей о начале атаки микрофлоры на упаковку и продукт. Такие наномаркеры в упаковочных наноматериалах могут контролировать температуру хранения, влажность воздуха, степень воздействия УФ-излучения, появле-

ние микробной контаминации. Принцип действия этих маркеров базируется на применении сенсоров, представляющих собой гибридные наноструктуры, включающие антитела, ферменты и неорганические материалы, например, углеродные нанотрубки.

Другим аспектом использования наномаркеров является изготовление уникальных этикеток, позволяющих лучше отследить происхождение сырья, полуфабриката, конечного продукта, а также эффективнее бороться с контрафактными товарами.

Для пищевой промышленности наибольший интерес представляют упаковки, способные предотвращать саму порчу продукции. Например, мясо и мясные продукты – особо благоприятная среда для развития бактерий, обладающих высокой активностью в водной среде, следовательно, эта категория продуктов в большей мере подвержена порче. Производство мяса и мясопродуктов всегда было и остается наиболее трудоемким и дорогостоящим в сельскохозяйственном производстве, и для обеспечения конкурентоспособности этого товара к нему предъявляются высокие требования по безопасности и качеству. Для предотвращения порчи можно применять smart-регулирование газовой среды – это одна из задач наноупаковки. Главная задача, реализуемая с помощью технологии регулирования газовой среды – подавление роста микроорганизмов на поверхности продукта. Это позволяет сохранить первоначальные вкусовые и ароматические свойства продукта, его внешний вид и цвет на более длительное время. За счет этого можно значительно (иногда в 2-3 раза) увеличить срок хранения продукта без применения дополнительных консервантов, вакуумирования, замораживания и пр.

На первый взгляд, smart-упаковка мало чем отличается от обычной упаковки с модифицированной газовой средой, но это только на первый взгляд. Наноупаковка реагирует на изменения условий хранения упакованного продукта и меняет газовый состав внутри упаковки так, чтобы подавить рост микроорганизмов. Например, при увеличении температуры концентрация диоксида углерода увеличивается, тем самым нейтрализуя действие бактерий, а при возвращении температуры к исходной – соотношение кислорода и диоксида углерода вновь становится оптимальным для конкретного продукта. Таким образом, новая «интеллектуальная» упаковка адаптируется к изменениям условий хранения продукции и содержит в себе все самое лучшее от способов упаковывания в модифицированной и регулируемой газовой среде.

Температура и рост микроорганизмов не единственные факторы, приводящие к порче пищевых продуктов. Негативное действие света также приводит к ухудшению качества продукции. Под влиянием ультрафиолетовых лучей мясо и другие продукты обесцвечиваются. Эти изменения не делают продукты непригодными для пищевых целей, но мясо, например, уже нельзя выпустить в свободную продажу, а можно использовать только для промышленной переработки. Следовательно, производители несут убытки. Возникает необходимость защитить мясо и другие

продукты от действия ультрафиолетовых лучей. На это способна упаковка с термохромным эффектом. Материалы, обладающие термохромным эффектом, могут служить отличным примером использования наноматериалов в создании smart-упаковки [6-8]. Термохромизм представляет собой явление изменения цвета под действием температуры. В состав материалов с термохромным эффектом входят микрокапсулированные термохромные пигменты, в которых под влиянием химических и физических превращений и происходят цветовые изменения. Такая упаковка, помимо функции сигнализации (изменение цвета под действием температуры) о неправильных условиях хранения, обладает еще и способностью избирательно пропускать ультрафиолетовые лучи.

Упаковка с термохромным эффектом может быть привлекательной для потребителей и с точки зрения дизайнерского решения, и с точки зрения безопасности покупаемой продукции. Эта упаковка способна защитить продукцию при неблагоприятном воздействии окружающей среды и, если продукция все же испортилась, сообщить об опасности содержимого, как потребителю, так и продавцу.

Еще одно направление применения нанотехнологий в упаковке – использование тонкопленочных датчиков, которые информируют потребителя, изготовителя о состоянии упакованной мясомолочной продукции, фруктов, овощей. Например, полимерная пленка толщиной несколько микрон с рисунком, который меняет свою форму или цвет в зависимости от химического и биологического состава продукта в процессе его хранения или от наличия специфических ферментов в биологическом образце.

Американская компания системных инноваций «Iprifini», используя наноматериалы в упаковке, разработала программируемый контейнер для жидкостей, на поверхности которого размещается 20 кнопок: нажатие на них приводит к впрыскиванию в жидкость различных добавок. Потребитель может по своему вкусу добавить в напиток различные ароматы, вкусовые добавки, красители, самостоятельно моделировать цвет, вкус и запах напитка. Данная технология дает возможность одним контейнером заменить ряд вариантов продукта [8].

Одно из ведущих направлений внедрения нанотехнологий в упаковочную отрасль – создание упаковки с высоким уровнем барьерных и физико-механических свойств на основе наноматериалов. Полимерные нанокомпозиты создаются при смешивании нанонаполнителей и термопластичных или термореактивных полимеров. Их свойства выгодно отличаются от свойств обычных материалов – это повышенная прочность и жесткость, деформационная стойкость, устойчивость к ультрафиолетовому облучению, улучшенные барьерные характеристики. Благодаря этим качествам новые упаковочные материалы приобретают признаки мембран с селективной проницаемостью, тепловой и электрической проводимостью.

Тонкие пленки восков или парафинов (разрешенные пищевые добавки Е 905 и Е 908–Е 910) традиционно применяются для защиты некоторых пищевых

продуктов (фруктов, овощей, сыров и др.) от высыхания. Нанотехнологии позволяют существенно модифицировать этот вид защитной упаковки путем введения пленок нанометровой толщины. Это значительно уменьшает количество поглощаемых с продуктов восков и парафинов, а значит – и потенциальный риск, связанный с потреблением этих веществ. Нанотехнологические пленочные покрытия могут применяться и для таких продуктов, где ранее это не практиковалось (например, хлебобулочные изделия) [5-6].

Шведские ученые из Королевского института высоких технологий считают, что добавление наночастиц в полимеры значительно повышает их барьерные свойства и водонепроницаемость. Новые материалы в четыре раза более герметичны, чем традиционные полимерные аналоги. Основными наполнителями являются наноглины и нанотрубки, наночастицы металлов. Используются также нановолокна, частицы пористой матричной структуры, нанопластины и нанонити. Полученные таким способом материалы и тара позволяют улучшить механические, барьерные характеристики упаковки, повысить ее прочность, термостойкость, водостойкость, стабильность свойств во времени.

Разрабатывается идея создания «умной» упаковки, способной служить «нанохолодильником» и регулировать температуру внутри себя. Эта упаковка имеет высокий уровень защиты поверхностных и барьерных свойств [8].

Заключение

Таким образом, нанотехнологии открывают новые возможности в производстве, так называемой, активной упаковки, способной:

- *сохранять* целостность и активно предотвращать порчу продукта, увеличивая тем самым срок его годности;
- *улучшать* характеристики продукта (товарный вид, вкус, цвет, аромат и др.);
- *активно реагировать* на изменения, происходящие в самом продукте и во внутренней среде упаковки;
- *сообщать* потребителю информацию о товаре, об истории нагрузок или условиях хранения продукта;
- *помогать открывать* упаковку и контролировать ее целостность;
- *подтверждать подлинность* продукта и способствовать борьбе с хищениями.

Повышение барьерного потенциала упаковки достигается в трех основных аспектах:

- 1) снижение микробной контаминации (за счет уменьшения размеров пор);
- 2) уменьшение воздействия УФ-излучения на продукт (за счет введения в упаковку наночастиц, поглощающих УФ-излучение, например, наночастиц диоксида титана);
- 3) повышение газобарьерных свойств упаковки путем модификации частицами наноглин.

Тонкие пленки, модифицированные наночастицами двуокиси титана, характеризуются (в отличие от добавок органических веществ) практически равномерным поглощением УФ-лучей в ближней (290-350 нм) и дальней (250-290 нм) областях. Ламинарное

расположение частиц наноглины, имеющих форму тонких пластинок, в массиве полимерного нанокompозита позволяет данному материалу препятствовать процессу диффузии молекул кислорода из внешней среды в продукт, помогая предохранять от перекисного окисления растительные масла и предупреждать выход молекул углекислого газа из продукта во внешнюю среду (увеличивая при этом длительность сохранения газированных напитков и пива).

Нанесение сверхтонких слоев наноматериалов используется для увеличения износостойкости, антипригарных и защитных свойств металлических и полимерных покрытий. Возможности нанопокрываний в упаковке будут увеличиваться по мере развития технологий создания все более тонких слоев для широкого круга материалов – субстратов (подложек).

Нанотехнологии преобразуют пищевое производство и многие технологические процессы, выводя их на новый качественный уровень. Использование качественно новых защитных свойств современной упаковки, полученной с использованием нанотехнологий, позволяет значительно повысить сроки хранения и безопасность пищевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотова, М.С. Материаловедческие основы упаковки продуктов животного происхождения /

М.С. Федотова, О.А. Легонькова // Пищевая промышленность, 2011. – № 1. – С. 8-12.

2. Федотова, О.Б. Разработка упаковочных материалов с использованием нанотехнологий / О.Б. Федотова // Пищевая промышленность, 2011. – № 2. – С. 60-61.

3. Котова, Н.И. Предпочтения потребителей к упаковке из саморазлагающихся материалов / Н.И. Котова, Ю.П. Морозова // Пищевая промышленность, 2013. – № 8. – С. 60-61.

4. Абросимова, С.В. Требования к упаковке и маркировке пищевых продуктов в технических регламентах Таможенного союза / С.В. Абросимова // Молочная промышленность, 2012. – № 11. – С. 9-10.

5. Smart-упаковка: красивая и «умная» // Кумпячок, 2011. – № 1. – С. 32-33.

6. Мэйли, Х. Значение перспективных нанотехнологий для пищевых продуктов и их упаковки / Х. Мэйли // Технологии переработки и упаковки, 2006. – № 1. – С. 26.

7. Невзорова, В.В. Проблемы оценки безопасности наноматериалов, применяемых в упаковке пищевых продуктов / В.В. Невзоров, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Вопросы питания, 2009 (т. 78). – № 4. – С. 54-59.

8. Carrero – Sanchez J. et al. // Nano Lett. – 2006. – Vol. 6, № 8. – P. 1609-1616.

Вакуумная станция для доильных установок

Предназначена для создания вакуумметрического давления в системах машинного доения коров. Может применяться в отраслях промышленности, технологические процессы которых требуют создания вакуума.



Основные технические данные

| | |
|--|---------------|
| Станция вакуумная водокольцевая | ВВН-75 |
| Тип | передвижная |
| Быстрота действия при вакууме 50%, м ³ /ч | 75 |
| Предельное вакуумметрическое давление, кПа | 90 |
| Потребляемая мощность, кВт | 3,9 |
| Расход рециркуляционной воды, литров в минуту | 8 |
| Габаритные размеры, мм | 1500x600x1500 |
| Масса, кг, не более | 35 |

Применение установки обеспечивает снижение энергоемкости процесса доения коров до 0,052 кВт/ч/м³ при стабильном вакуумном режиме.